

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕТИ

*Федоров Н.В., Хренов А.М., Харьковский национальный университет
городского хозяйства имени А. Н. Бекетова*

Задачу структурной и параметрической оптимизации локальной подсистемы инженерной сети рассмотрим на примере оптимизации локальной подсистемы магистрального газопровода. Такая система состоит из двух частей: активной части и пассивной части. Под активной частью понимается компрессорная станция (КС), а под пассивной – сеть магистрального газопровода, прилегающая к данной компрессорной станции. В качестве критерия оптимизации работы локальной подсистемы магистрального газопровода целесообразно принять критерий минимума энергозатрат N . Вектор управляемых переменных локальной подсистемы магистрального газопровода может быть представлен в виде $\bar{r} = \{P_v, \bar{q}_{vx}, \bar{b}, \bar{u}\}$, где P_v – давление на входе компрессорной станции, \bar{q}_{vx} – вектор переменных, определяющий распределение поставок газа между потребителями подсистемы, \bar{b} – вектор переменных определяющий структуру подсистемы, \bar{u} – вектор управления активными элементами подсистемы. P_v и компоненты вектора \bar{q}_{vx} для данной задачи считаются заданными.

Компоненты векторов \bar{b} и \bar{u} должны быть определены в результате решения задачи структурной и параметрической оптимизации локальной подсистемы. Компоненты вектора \bar{b} являются двоичными переменными (1 – задвижка открыта, 0 – задвижка закрыта). Представим вектор \bar{b} в виде совокупности двух векторов: $\bar{b} = \{\bar{b}_a, \bar{b}_p\}$, где \bar{b}_a – вектор переменных, определяющих структуру S_1 компрессорной станции, \bar{b}_p – вектор переменных, определяющих структуру S_2 линейной части локальной подсистемы.

Активными элементами локальной подсистемы магистрального газопровода являются газоперекачивающие аппараты, установленные на компрессорной станции. При заданных значениях P_v и \bar{q}_{vx} для структуры S_2 существует множество V_d допустимых наборов $\{S_1, \bar{u}\}$. Множество структур линейной части, для которых при заданных условиях транспорта и распределения газа существуют непустые множества V_d называется, множеством допустимых структур T_d . Оптимальный режим функционирования локальной подсистемы определяется как результат минимизации выбранного критерия N на множестве $\{(S_1, \bar{u}) \in V_d, S_2 \in T_d\}$ при заданных значениях P_v и \bar{q}_{vx} . Вектор управлений $\{S_1^*, \bar{u}^*\}$, для которого выполняется равенство:

$$N(S_1^*, \bar{u}^*, S_2) = \min_{\{S_1, \bar{u}\} \in V_d} N(S_1, \bar{u}, S_2), \quad S_2 \in T_d \quad (1.1)$$

будем называть вектором оптимальных управлений компрессорной станцией при структуре S_2 .

Оптимальная структура линейной части определяется в результате решения задачи вида:

$$N(S_1^{**}, \bar{u}^{**}, S_2^*) = \min_{S_2 \in T_d} (S_1^*, \bar{u}^*, S_2) \quad (1.2)$$

Структура S_2^* называется оптимальной структурой, соответствующей заданным условиям транспорта и распределения газа.

Обозначим \bar{P}_{vks} – вектор переменных, определяющих давления на выходах компрессорной станции; \bar{q}_{vks} – вектор переменных, определяющих расходы на выходах компрессорной станции. Переменные определяющие значения давлений и расходов на выходах КС в то же время являются переменными, определяющими значения давлений и расходов на входах линейной части локальной подсистемы. Для заданных значений компонент векторов \bar{q}_{vx} и \bar{q}_{vks} и известных ограничений на значения давлений на выходах сети можно рассчитать минимальные значения давлений на входах сети (или что то же самое – на выходах КС) при которых будут выполнены поставленные условия транспорта газа по линейной части. Критерий оптимизации N можно представить как функцию:

$$N(P_v, \bar{P}_{vks}, \bar{q}_{vks}, S_1, \bar{u}) \quad (1.3)$$

При заданных значениях P_v , \bar{P}_{vks} , \bar{q}_{vks} , существует множество V_d^Z допустимых наборов управлений $\{S_1, \bar{u}\}$. Вектор управлений $\{S_1^M, \bar{u}^M\}$, для которого выполняется:

$$N(P_v, \bar{P}_{vks}, \bar{q}_{vks}, S_1^M, \bar{u}^M) = \min_{\{S_1, \bar{u}\} \in V_d^Z} N(P_v, \bar{P}_{vks}, \bar{q}_{vks}, S_1, \bar{u}) \quad (1.4)$$

назовем вектором оптимальных управлений компрессорной станции при заданных условиях ее работы. Q_d – область допустимых значений компонент вектора \bar{q}_{vks} . Пусть для вектора \bar{q}_{vks}^* и соответствующего ему вектора минимальных давлений на входах сети \bar{P}_{vks}^* справедливо

$$N(P_v, \bar{P}_{vks}^*, \bar{q}_{vks}^*, S_1^{M*}, \bar{u}^{M*}) = \min_{\bar{q}_{vks} \in Q_d} (P_v, \bar{P}_{vks}, \bar{q}_{vks}, S_1^M, \bar{u}^M) \quad (1.5)$$

тогда S_1^{M*} и \bar{u}^{M*} определяют оптимальную структуру, и параметры управления активными элементами компрессорной станции при заданной структуре линейной части, т.е. $S_1^{M*} \equiv S_1^*$, $\bar{u}^{M*} \equiv \bar{u}^*$. Таким образом, решение задачи определения оптимальной структуры и параметров компрессорной станции в свою очередь сводится к решению задачи определения оптимального распределения расходов газа по входам линейной части и задачи определения оптимальной структуры и управляющих параметров компрессорной станции при заданных значениях P_v , \bar{P}_{vks} , \bar{q}_{vks} .